RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



April 2013

Met in dit nummer:
- Ervaringen met de bouw van de PSK transceiver
- Afdelingsnieuws
- Nostalgiehoek
- Opa Vonk
- Experimenten met Klasse-E eindtrap

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

De dag van publicatie van deze RAZzies is 1 april, traditiegetrouw de dag dat geprobeerd wordt de medemens in de maling te nemen. Wie heeft niet ooit een stageair op pad gestuurd door het bedrijf om hamerstelenvet, plintenladders, 3-fasen accu's of het auberginebordeauxroodgeblokte montagedraad voor de aardstralingscompensatieschakeling te halen op een andere afdeling? Waarna de desbetreffende stageair eerst na uren rondgestuurd te zijn er achter kwam dat zulks helemaal niet bestond, tot grote hilariteit van alle afdelingen waar hij langs geweest was en niet in de laatste plaats van zijn opdrachtgever. Inmiddels is de techniek zo complex geworden, dat het geen kunst is een verhaal te verzinnen waar (bijna) iedereen intrapt, omdat vrijwel niemand meer kennis heeft van alles en sommige dingen die onzin lijken, waar blijken te zijn. Zoals dat warm water eerder bevriest dan koud water. Uw scribent heeft er verhitte discussies over gevoerd, omdat elke natuurkundige onmiddellijk zal zeggen dat water met 4,2J/(g*ºC) moet afkoelen tot de temperatuur van het koude water totdat het verder kan gaan met bevriezen. En toch kan het. Google maar eens op het Mpemba-effect. En Nee, dit is geen 1-april grap. Er valt dus nog genoeg te ontdekken in de wereld van de natuurkunde, waar onze hobby onder valt. Soms onverwachte dingen, en vooral in de techniek zijn het vaak radio-amateurs geweest die belangrijke bijdragen hebben geleverd aan dit soort ontdekkingen. Wij experimenteren voort, en doen via dit medium verslag wan wat we ontdekken, zodat ook anderen daar hun voordeel mee kunnen doen. Juist dat ontdekken is het fascinerende van onze hobby.

Wij wensen iedereen een prettige voortzetting van de paasdagen, en tot werkens op de amateurbanden.

Ervaringen met de bouw van de PSK transceiver

Waar ben ik aan begonnen. Dat heb ik me in vertwijfeling wel eens afgevraagd de afgelopen weken. Het leek allemaal zo simpel. Men neme een beproefd ontwerp, bouwe het na en presentere het als project. Dacht ik. In mijn onschuld. Dat "beproefd ontwerp" was de eerste foute aanname. Nadat we onderdelen hadden besteld voor 3 prototypes volgens het initiële ontwerp van KD1JV, en printen hadden laten maken waar we al een bak met fouten uit hadden gehaald (toen hadden de alarmbellen al moeten rinkelen) begonnen we vol enthousiasme aan de bouw van de transceiver, met in het achterhoofd een Plug & Play ervaring. Dat bleek een Plug & Pray ervaring te worden: de ontvanger werkte meteen, maar de zender was een puinhoop. Afijn, de ervaringen daarmee zijn terug te lezen in de RAZzies van december 2012. Uit correspondentie met Steve KD1JV bleek dat hij het ding nooit aan een antenne had gehangen. Verder dan de dummyload op de testbank was hij

nooit gekomen... Maar na onze wijzigingen hadden we dan ook een perfect werkend apparaat met 3W output.

De print werd definitief gemaakt, met alle wijzigingen er in verwerkt. Door de technische crew werd de print vele malen gecontroleerd en gevlooid opdat er toch maar geen fouten in zouden zitten. De intekening voor het project overtrof onze stoutste verwachtingen: we rekenden op tussen de 10 en 15 inschrijvingen. Het werden er 44! 43 amateurs betaalden ook netjes en de onderdelen werden besteld bij Mouser, Conrad en Kits&Parts. Het printontwerp werd verstuurd naar makepcb.com die tegen een goede prijs de printen kon leveren met op de site althans goede specificaties. We lieten de printen meteen maar testen door de leverancier, om sluitingen en onderbrekingen uit te sluiten. Alles voor de kwaliteit en nabouwzekerheid.

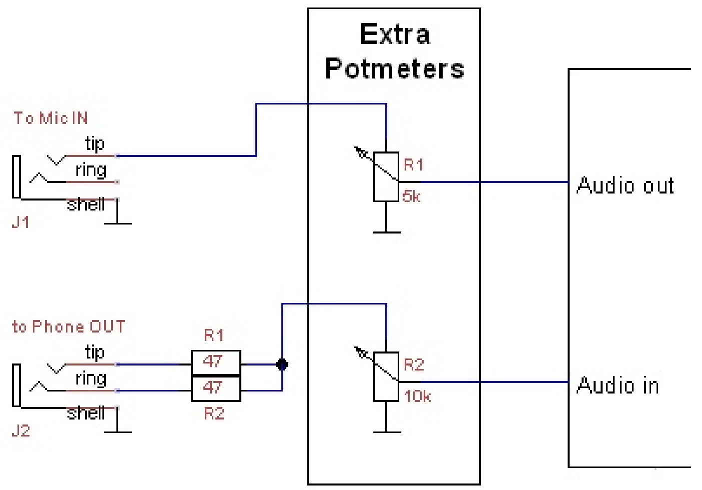
We bestelden voor 44 kits onderdelen, ook al waren er op het moment van bestellen pas 42 betaald. Het idee was dat we dan voldoende reserve-onderdelen zouden hebben als er bij iemand wat zou sneuvelen. We wezen zelfs Henny PA3HK aan als vrijwilliger om één kit (nummer 44) helemaal op te bouwen, om aan de hand daarvan het manual te controleren en nog extra tips te verzamelen die de nabouw verder zouden moeten vergemakkelijken. Ook daar kwamen niet meteen signalen van potentiële problemen uit naar voren; Henny maakte zelfs verbindingen met de kit.

En toen kwam de eerste meetavond. Van de eerste set ging de omvormer van de acculader in rook op, ook al had die helemaal geen spanning moeten hebben met de set ingeschakeld. De ontvanger leek te werken maar de zender bleef ingeschakeld staan. De tweede set had hetzelfde probleem. Set nummer drie deed het na het aanbrengen van een paar vergeten doorverbindingen wel, maar het uitgangsvermogen bleef steken op een paar honderd milliWatt. En set nummer 4 bleef eveneens op zenden staan. Dat was wel een héél slechte score. Wat is hier aan de hand? De set van Jan PD0NLR ging met Henny PA3HK mee, en de set van Wim PD0JNG verhuisde tijdelijk naar de werkbank van Frank PA3CNO.

De twee sets zijn gebruikt om uitgebreid onderzoek te doen aan mogelijke oplossingen voor de problemen waar de kits aan leden: op zenden blijven staan, weinig vermogen en veel "troep" op het uitgangssignaal. Na inmiddels op de afdelingsbijeenkomsten nog meer sets bekeken te hebben die het om een of andere reden niet deden, hebben we een goed beeld gekregen van de problemen waar de meeste sets aan lijden.

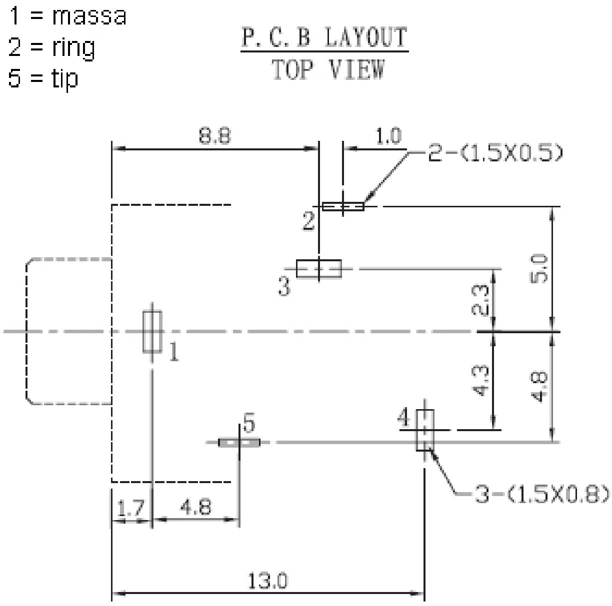
Bedrading

Bij veel sets hebben we toch wel problemen met de bedrading gezien. Vergeten doorverbindingen, maar ook veel foutief aangesloten potmeters en spot schakelaars. De aansluitingen van de potmeters zijn misschien niet duidelijk genoeg belicht in de handleiding. Daarom hier nog maar eens een keer:

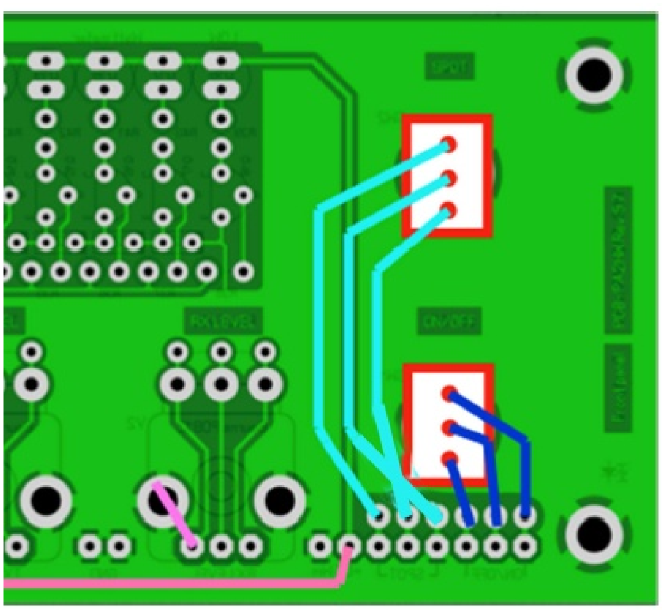


Zowel de Audio In als de Audio Out aansluiting van de transceiver gaan dus naar de loper van de potmeters! De bovenste potmeter is de RX Level potmeter, en de onderste is dan de TX Level potmeter. De connector die gelabeled is als "to Mic IN" is dus vanuit de transceiver gezien de uitgang. En dus is de connector die "to Phone OUT" heet, vanuit de transceiver gezien de ingang. Dat klinkt een beetje verwarrend, maar de figuur maakt veel duidelijk.

Voor de duidelijkheid is hieronder ook nog eens de audioconnector weergegeven, met een overzicht van waar zich massa, ring en tip precies bevinden. Van boven af ziet dat er als volgt uit:



Ook de SPOT schakelaar zorgde voor nogal wat fouten. Dat komt mede doordat het vierde eilandje van de print aan de massa bleek te liggen, waardoor deze alleen maar geschikt is voor de middenaansluiting van de schakelaar. De aangepaste instructie ziet er dan als volgt uit



Correcte bedrading van de SPOT schakelaar

De draden van het vierde eilandje en het vijfde eilandje van rechts moeten dus verwisseld. Dat moet dus ook met de draden gebeuren die naar de hoofdprint gaan! Anders staat je spot constant aan en dan zie je niet meer zoveel op je waterval.
Verder staat C32 verkeerd op de silkscreen (de onderdelenopdruk): deze condensator moet net andersom geplaatst worden met zijn plus en min. Niet dat hij op die plek uit elkaar zal spatten als je 'm verkeerd monteert, maar hij hoort dus andersom. Dat waren eigenlijk de belangrijkste echte fouten in de bouwhandleiding. Verder hebben we daar geen opmerkingen over gehad.

Troubleshooten

Het belangrijkste moment voor een zelfbouwer is natuurlijk de test of alles werkt. In de handleiding zijn we er vanuit gegaan dat niet iedereen over een scoop beschikt. Hoewel afregeling zonder scoop mogelijk is, is het toch wel handig om er een te hebben. Daarmee zie je wat er gebeurt en kan je je conclusies verbinden aan wat je wel of niet ziet. De volgende troubleshooting instructties veronderstellen de beschikbaarheid van zo'n apparaat. Heb je er zelf niet een, kijk dan of een amateur in je omgeving je ermee kan helpen.

In de ontvanger zijn we tot nu toe geen problemen tegengekomen. Die deden het zonder uitzondering allemaal meteen. De meeste problemen zaten in de zender. De hier volgende tips kunnen je wellicht helpen om de fouten te vinden.

Set blijft op zenden staan.

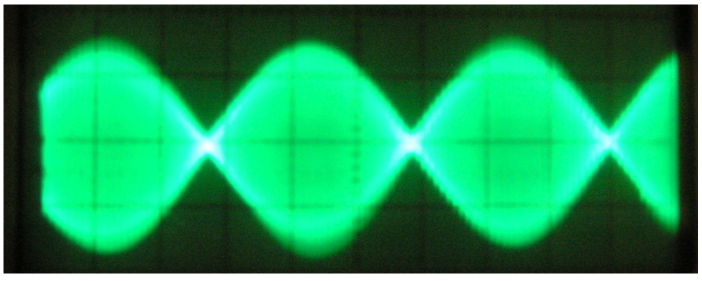
Dat betekent dat de Mute lijn om een of andere reden omlaag getrokken wordt. De meest voorkomende oorzaak is het overlijden van FET Q1, aan de ingang van de ontvanger. Door gate-source doorslag trekt deze de Mute-lijn omlaag waardoor het zendercircuit onder spanning blijft staan. Andere mogelijke opties zijn een kapotte Q3 of een kapotte Q5, in volgorde van waarschijnlijkheid.

Spot blijft aan staan

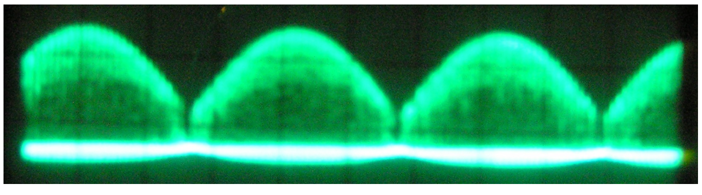
Dit is meestal het gevolg van een verkeerd bedrade SPOT schakelaar, zie ook de aanpassingen aan de aansluitingen zoals hierboven beschreven. Pas op: zie je je power LED rood gaan branden (als je tenminste de batterij monitor optie gebouwd hebt) als je de SPOT schakelaar omzet, dan is er iets niet goed aangesloten en maak je sluiting! Zet meteen de set uit en controleer de bedrading van de SPOT schakelaar.

Geen output

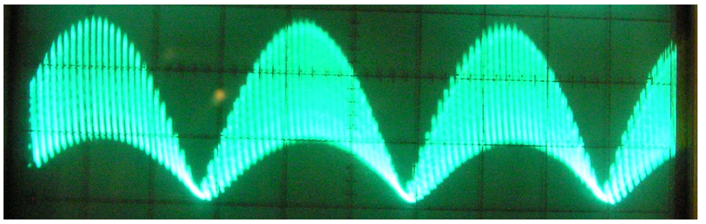
Als je geen vermogen ziet bij het opdraaien van het TX-level, dan moet je pas echt met de scoop gaan zoeken. Uiteraard moet er een PC, tablet of smartphone aangesloten zijn die beschikt over een PSK programma waarmee het bekende PSK31 audio opgewekt kan worden. Dat signaal moet er uit zien zoals op deze foto te zien is:



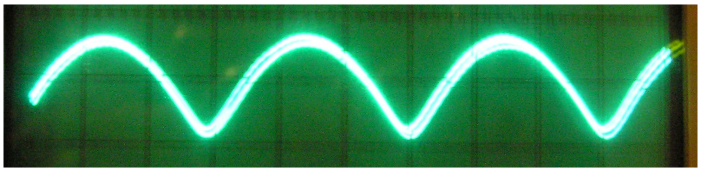
Dit is een keurig DSB-signaal. Dat moet je terugvinden op pin 2 van de LM324, regelbaar met de TX-level potmeter. Daarna gaat het door de AM-demodulator U4a heen, en die levert aan pin 1 het volgende plaatje:



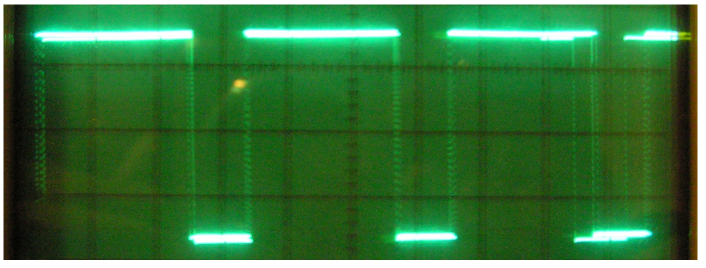
Na U4a komen we op de ingang van het laagdoorlaatfilter terecht, dat de carrier straks volledig weg moet filteren. Dat is het knooppunt van R28, D14, R19 en C43. Dat plaatje ziet er als volgt uit:



Na filtering blijft slechts de omhullende van het originele PSK31-signaal over. Dat signaal vind je terug op de uitgang van U4b, pin 7 van de LM324:

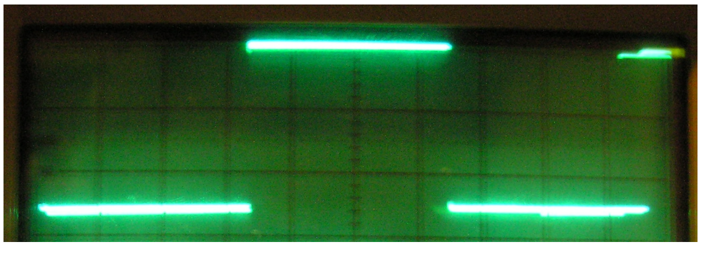


Vanaf hier splitst het signaal zich in twee wegen: de ene gaat naar de clamp schakeling gevormd door C59, D13 en R14 welke de squarer U4c voedt, en de tweede weg gaat richting U4d die de powerfet Q10 voedt. De clamp schakeling zorgt er tesamen met U4c voor dat er rond het dal van de omhullende een puls afgegeven wordt die flipflop U5a triggert. Deze flipflop zorgt er vervolgens voor dat het 14MHz signaal dat door de 74HC86 geleverd wordt, van fase verandert. De uitgang van de squarer ziet er zo uit:



Squarer output. Verticaal 5V/div

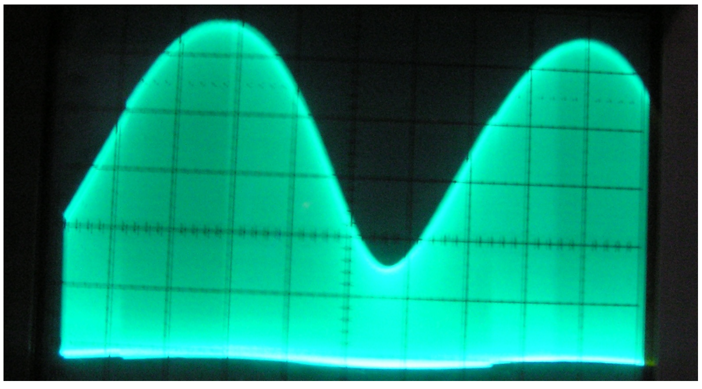
Dat is de uitgang van U4c, pin 8 van de LM324. Kijk je op pin 1 van de 4013, dan moet je op de opgaande flank van de squarer de flipflop zien schakelen. Dat ziet er als volgt uit:



Flipflop output. Verticaal 2V/div

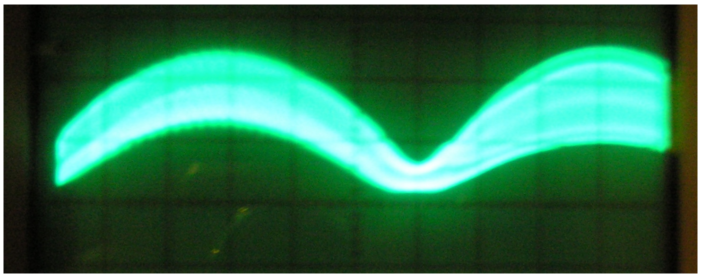
Klopt het tot zover, dan is het grootste deel van de aansturing in orde. De afregeling van trafo's

T2 en T3 is ontzettend kritisch. Als dat ernaast staat, komt er alleen maar rotzooi uit de eindtrap, als er al iets uitkomt. Voor het afregelen van die twee trafo's kan je het best met de scoop meten op het knooppunt van de collector van Q6 met R11 en L4. Regel T2 en T3 af op maximum. En dat moet minimaal zo'n 7Vtt zijn. Haal je dat niet, dan is je sturing onvoldoende. Daar is wat aan te doen: vergroot C6 van 2p2 naar 10pF (of zet er 10pF aan parallel, desnoods aan de onderzijde, dat maakt niet zoveel uit). Nu moet je ongeveer 7-10Vtt halen. Haal je dat nog steeds niet, en lijkt de onderkant van het signaal niet bij de nul te komen maar daar 2-4V boven te blijven, dan is waarschijnlijk je 74HC86 kapot. Meet allereerst of je op pin 14 een spanning hebt van ca 4,5 tot 5V. Is dat niet het geval dan werkt of Q2 niet of de 74HC86 vormt door een defect een te grote belasting voor het TX signaal. Bij een defecte 74HC86 kan ook het uitgangssignaal op pin 6 en 8 ca 2-4 volt boven de nullijn blijven hangen. Hoe je de defecte BS1780's kunt detecteren wordt iets verderop beschreven. 74HC86's gaan niet vaak kapot, maar we hebben het toch al twee keer gezien. Zijn de spanningen echter nu in orde, dan moet je op de drains van de BS170's ongeveer dit zien:



Output op de drains van de BS170's bij correct werkende eindtrap. Verticaal 5V/div. Let op de vrijwel rechte onderkant van het signaal.

Het makkelijkst meet je dat op de zenerdiode D10 die naast de BS170's ligt. Het is hier uitermate belangrijk dat de onderkant van dit plaatje een nagenoeg rechte lijn vormt. Is dat niet het geval, dan verlies je een hoop vermogen, en worden de FETs ook heet. Dat zou er dan als volgt uit kunnen zien:



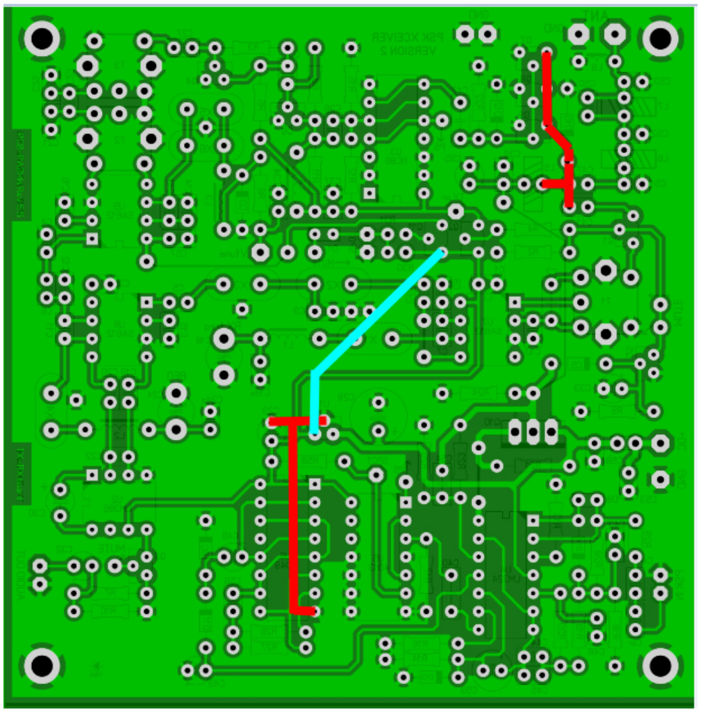
Uitgang bij één of meerdere defecte BS170's. Verticaal 5V/div. Het signaal komt net aan de $12V_{tt}$ en de onderkant komt niet op nul.

Dit is niet goed. De meest voorkomende oorzaak is één of meer defecte BS170's, waardoor de output in elkaar stort. Meet daartoe het signaal op pin 6 of 8 van de 74HC86 (U3). Dat moet bijna 5Vtt zijn. Is dat lager (een dikke 4Vtt) dan is er een FET defect. Is dat véél lager (ca. 2Vtt) dan heb je niet eens output, en is de 74HC86 defect. De enige manier om te constateren welke BS170 defect is, is ze er één voor éen uit te solderen en dan te zien of de output van de 74HC86 of het totale uitgangsvermogen toeneemt. Dit is het meest voorkomende probleem met de eindtrap. Onder normale omstandigheden moet je aan de 30Vtt kunnen komen aan de uitgang (2,25W). Dat is nog verder te verbeteren, zoals we verderop zullen zien.

Printmodificaties

Wat we constateerde, was dat de transceiver zowel op de scoop als de spectrumanalyzer een onrustig beeld gaf. Veel rommel te zien. We hebben ons echt het hoofd gebroken over wat daar nou de oorzaak van zou kunnen zijn. Het enige grote verschil tussen het prototype en de definitieve kit was eigenlijk de print. Die van het prototype kwamen van de Universiteit Twente, en die van de kits uit China. En daar zit voor zover we kunnen constateren, toch wel een verschil in. De printsporen zijn dun, en hebben kennelijk daardoor een vrij hoge zelfinductie en/of weerstand. In een poging de situatie te verbeteren, zijn er wat extra draden over de print gelegd om vooral de voedingslijnen wat meer "body" te geven. En dat scheelde inderdaad. Niet dat het uitgangsvermogen er van omhoog gaat, maar ongewenste producten gaan wel omlaag en de zaak wordt er een stuk rustiger van.

Op onderstaand plaatje is te zien welke extra verbindingen met stevig draad gemaakt zijn om de voeding wat rustiger te krijgen. Merk op dat ook wat massaverbindingen meegenomen zijn, om ervoor te zorgen dat geen enorme omwegen over de print genomen moeten worden door de massastromen. Dit maakte het geheel een stuk rustiger.



Verbeteringen

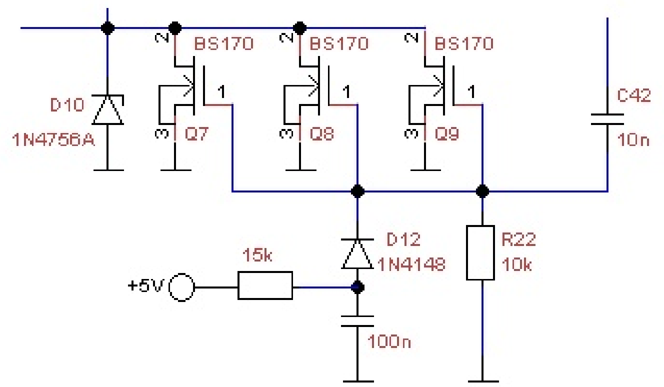
De ervaring heeft geleerd dat er nog wel een paar verbeterpuntjes zijn. Naast de genoemde verzwaring van de printsporen en het vergroten van C6 voor een schonere sturing, hebben we nog wat puntjes gevonden die het geheel wat verbeteren dan wel verfraaien. Deze aanpassingen hoef je niet door te voeren: de set doet het ook zonder deze aanpassingen. Maar ze maken het net wat beter.

Extra diode in serie met de TX LED

Een van de onhebbelijkheden van de kit is dat na het gebruik van de SPOT schakelaar, de TX LED flauw blijft branden. Dat komt doordat na gebruik van de SPOT de uitgang van de flipflop hoog blijft. Die voedt via de beveiligingsdioden van de 74HC86 de TX-lijn, die daardoor op een kleine 2V blijft hangen. De Forward spanning van een rode LED is echter rond de 1,6V. Je kunt een 1N4148 diode (een gewone silicium diode) in serie zetten met Rvs op de front print (streepje naar de LED toe). Daardoor voeg je 0,7V toe aan de LED spanning en blijft deze tijdens ontvangst tenminste helemaal uit.

Meer vermogen

Het is mogelijk om het vermogen van de set op te krikken naar een dikke 3W door een kleine modificatie van de eindtrap. Soldeer daarvoor de anode van D12 (de kant waar het streepje niet staat) uit de print. Soldeer in het vrijgekomen gaatje een 100nF condensator, en soldeer de andere kant van de condensator aan de vrijgekomen poot van de diode. Soldeer vanaf dit knooppunt een weerstand van 15k naar de +5V (bijvoorbeeld aan de emitter van Q2, knooppunt R2). Vergroot R22 van 1k naar 10k. Als je FETs heel zijn, meet je op dit punt nu ongeveer 1,5V. Is dat niet het geval, dan is dat meteen een indicatie dat er iets mis is met je BS170's.



Aanpassing aan de eindtrap: geeft iets meer vermogen en helpt bij het constateren van defecte FET's

Verkorten Hang-tijd

De hang-tijd na het zenden is significant langer dan bij het prototype. Om dat te verkorten kan je een weerstand van 82k (of 100k) parallel zetten aan R9, of deze vervangen door een weerstand van 68k. Dat maakt de hang-tijd een stuk minder irritant lang.

Verplaatsen C62

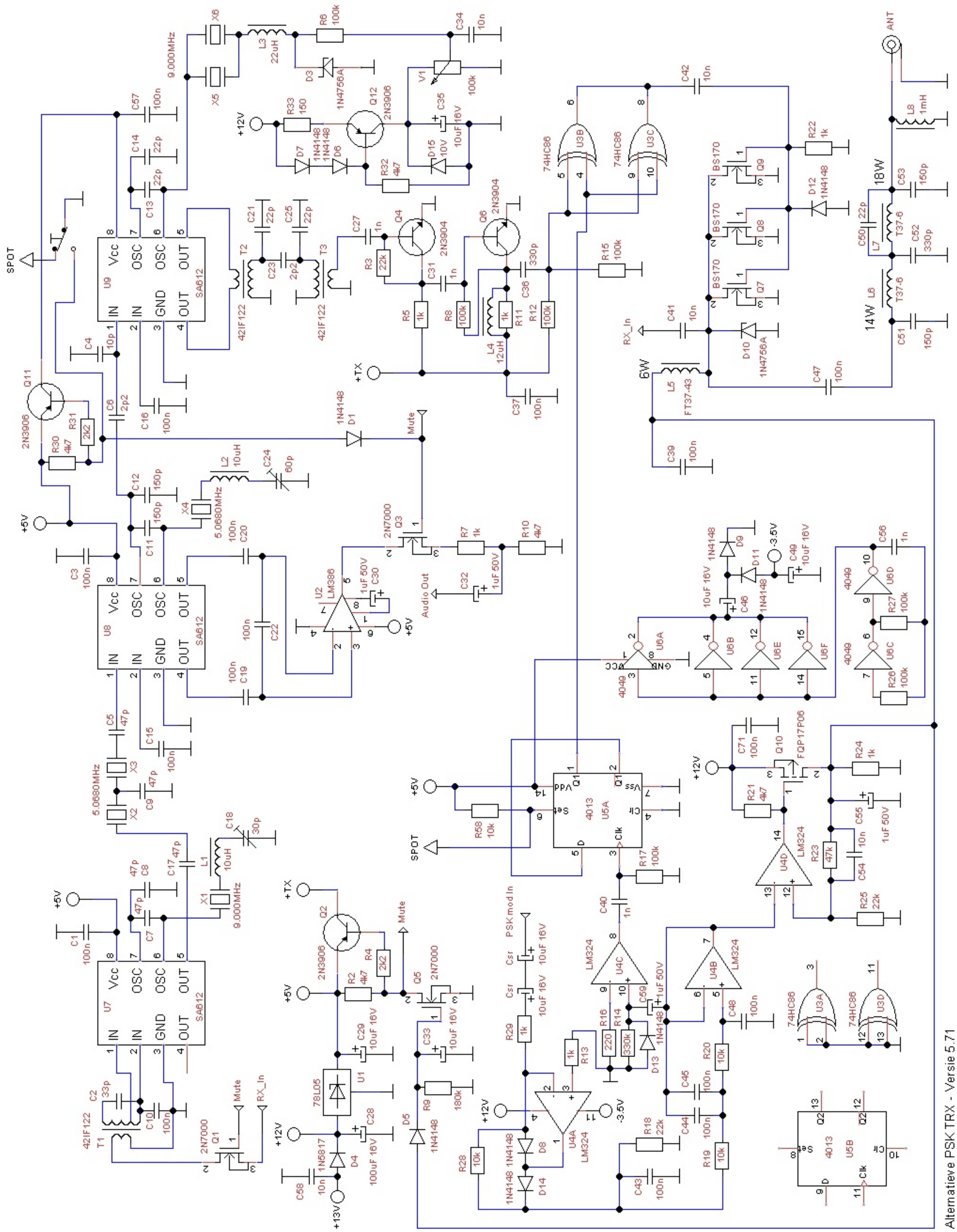
De zender vindt soms het snoertje naar de Wattmeter niet zo lekker en reageert daarop met spurious. Je kunt dat verbeteren door C62 van de frontprint te halen en deze meteen aan de antenneconnector te solderen, in serie met het snoertje naar de Wattmeter. C62 kan dan vervangen worden door een doorverbinding.

Onvoldoende sturing

In sommige gevallen is het audio onvoldoende om de zender volledig uit te sturen. Wat gebleken is, is dat sommige PSK programma's niet op beide kanalen audio uitsturen. Daar is wel van uit gegaan. Het gevolg is dat de twee weerstandjes van 47 Ohm die beide audiokanalen combineren, in dat geval als verzwakker gaan werken. Je kunt dat controleren door met een koptelefoon of PC speakersetje te luisteren of beide kanalen signaal geven. Is dat niet het geval, maak dan het weerstandje van het stille kanaal los. Dat scheelt een factor 2 in sturing. Is dat nog niet genoeg of heb je stereo geluid, dan kan je R28 in het ingangscircuit vergroten van 10k naar 22k. Dat verdubbelt de versterking van de Opamp en dat zou voldoende signaal op moeten leveren om de zender tot maximaal vermogen uit te kunnen sturen.



Een geheel gebouwde kit gereed voor gebruik.



Voor de volledigheid nog een keer het schema van de transceiver.



Afdelingsnieuws

Zoals je hebt kunnen lezen, is er ontzettend veel tijd door te technische crew besteed aan het onderzoeken wat er voor problemen er in de PSK transceiver zaten. Het betekent overigens niet dat alle beschreven modificaties ook daadwerkelijk uitgevoerd hoeven te worden: in het prototype zaten die tenslotten ook niet en die doen het goed. Het artikel is slechts een beschrijving van wat je kunt tegenkomen en hoe dat op te lossen. Het heeft andere projecten een beetje doorgeschoven, maar inmiddels bruist het weer van de ideeën voor vervolgtrajecten. De 40W lineair is al genoemd, maar deze lijkt technisch toch te complex voor een beginnende bouwer. En blaas je er een keer de IRF510-en uit, dan moet je handig genoeg zijn om ze te vervangen. Dus of de lineair het tot project gaat halen, is nog even de vraag.

Liechtenstein expeditie

Zaterdag 13 april is het zover: dan reist een groep van 7 amateurs van de RAZ af naar Liechtenstein, alwaar wij in Chalet Loretz in Steg onze intrek zullen nemen. Tegen die tijd zal de twitter widget van PA3CNO weer op de website verschijnen, en uiteraard doen we verslag van onze reis via het Facebook account van PI4RAZ. De locatie is niet echt gunstig voor DX: Steg is gelegen in een dal van slechts 200m breed, dus zullen NVIS-achtige oplossingen voor contact met Europa moeten zorgen. Traditiegetrouw gaan er naast zenders ook soldeerbouten, bouwpakketten, antennes, portable apparatuur en programmers mee. Een deel van de tijd zal gebruikt gaan worden voor de ontwikkeling van een vermogensmeter met remote opnemer; de aflezing komt dus apart van de opnemer te staan. En wel met een fraaie grafische weergave. Als alles loopt zoals we hopen, wordt deze vermogensmeter dan wél als kit aangeboden als we alles onder de knie hebben.

IJs en weder dienende (letterlijk! - er ligt op het moment van dit schrijven nog 40cm sneeuw in Steg) zullen we ook proberen wat SOTA's te activeren. SOTA staat voor Summit On The Air en daarbij is het de bedoeling dat je een bergtop op klimt met een portable zender en van daaruit verbindingen probeert te maken. Aangezien niemand van ons een geboren mountaineer is, moet het wel een beetje weer zijn. Maar dan is het ook een uitdaging. Er zijn 11 SOTA's in Liechtenstein, maar een paar daarvan vereisen uren klimmen en lopen, en hee, het moet natuurlijk ook weer niet op werk gaan lijken. Dus kijk naar ons uit op de banden: hou het cluster en de website in de gaten. Of we daar internet hebben zal de vraag zijn, maar het moet mogelijk zijn om de repeater HB9BB, die voor ons bereikbaar zou moeten zijn, via Echolink te koppelen aan PI3RAZ. En daarmee kunnen we contact met Zoetermeer onderhouden. Een special call zat er niet in, dus werken we als HB0/<homecall>.

Afdelingsbijeenkomsten

De afdelingsbijeenkomsten in april zijn op woensdag 10 en woensdag 24 april, waar op 10 april de QSL-manager aanwezig zal zijn. De 10e is de laatste bijeenkomst voor de expeditie, en de 24e zijn we weer terug, met vast veel foto's en mooie verhalen. Zo lang als nodig zorgen we dat er meetapparatuur op de club aanwezig is om PSK-transceivers af te regelen, te testen en eventueel te repareren. Er komen er steeds meer af, dus het is wachten op de eerste QSO's met de PSK transceiver! Dus tot ziens op 10 en/of 24 april.

Nostalgiehoek



Coherer radio's

Voor het detecteren van radiosignalen heb je naast wat andere zaken uiteraard een detector nodig: een fysiek apparaatje dat radiogolven kan detecteren. In het begin van de radio was het enige wat een detector moest doen, het omzetten van draaggolfpulsen in gelijkstroompulsen die een gewone telegraafset konden bedienen. Net zoals communicatie over grote afstanden begon met de telegraaf en morsecode, begon ook de eerste radio. De eerste radio's waren technisch gezien radio-telegraafstations en de bedieners van deze sets waren radio-telegrafisten. Tot in het midden van de 60-er jaren was een marine-radioman een radio-telegrafist en moest dus nog steeds morse leren. Vanwege het gebruik van radiogolven in plaats van honderden kilometers draad op palen werden de apparaten "De Draadloze Telegraaf" of kortweg "De Draadloze" genoemd. De coherer was een goed begin voor het werken met een telegraafstation zonder honderden kilometers draad ertussen, maar dit apparaat had nogal wat serieuze beperkingen als detector zoals we straks zullen zien.

De coherer had twee grote problemen waardoor het een verre van ideale detector was. Het eerste en belangrijkste probleem was dat een coherer ongelofelijk "doof" is. En "doof" betekent dat hij niet in staat is om een zwak signaal van ver weg te ontvangen. Het tweede probleem van de coherer, dat in eerste instantie nog niet speelde omdat radio omroepzenders nog niet bestonden, was het feit dat hij niet in staat was om gemoduleerde signalen te detecteren. Pas vele jaren nadat radiotelegrafie een gevestigd instituut geworden was, lang na de noodsignalen van de Titanic, werden technieken ontwikkeld die het mogelijk maakte om muziek en spraak te moduleren op radiogolven. Maar op dat moment was de coherer een al lang gepasseerd station. In het begin echter was het enige wat een radio detector moest doen, het omzetten van radiogolven in bruikbare stroompulsen die een telegraaf sounder konden activeren of hoorbaar gemaakt konden worden in een oortelefoon en daarvoor was de coherer, zoals eerder opgemerkt, een goed begin. Niet veel amateurs kennen de coherer dus vandaar een beschrijving van deze eerste bruikbare radio detector.

De coherer als radio detector

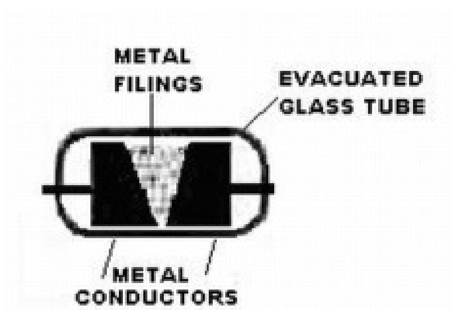
De coherer detector was een doorontwikkeling van een zeer interessante ontdekking die de Franse wetenschapper Edouard Branly zo rond 1890 deed. Hij ontdekte dat als je een klein HF-stroompje door een met ijzervijlsel gevuld buisje liet lopen, de weerstand van het buisje sterk omlaag gaat en plotseling een grote gelijkstroom begint te geleiden. De heer Branly noemde zijn uitvinding "de radio geleider" en voor wat de gevoeligheid betrof was het een enorme verbetering ten opzichte van de tot dan toe gebruikelijke detectiemethoden (een flauw licht, veroorzaakt door een klein vonkje dat oversloeg tussen twee draadeinden). Een Engelse wetenschapper met de naam Sir Oliver Lodge pakte de heer Branly's ideeën al snel op en begon daar zelf mee te experimenteren. Hij vond de naam "radio geleider" maar niets, dus noemde hij het ding een "coherer", omdat hij dacht dat de HF-stroom het ijzervijlsel aan elkaar liet plakken. Het woord 'cohere' komt van het latijnse woord voor samenklonteren, dus in plaats van het ding een "klever" of zoiets te

noemen, koos Sir Oliver zoals alle Engelse wetenschappers in die tijd een pakkende latijnse naam voor het apparaatje. Interessant om te weten in dit verband is dat toen de ons welbekende Marconi voor het eerst een radiobericht over het Engelse kanaal zond, dat bericht gericht was aan Edouard Branly waarin hij hem bedankte voor zijn "opmerkelijke werk" waardoor die verbinding mogelijk gemaakt werd.

De heer Branly, Sir Oliver en andere wetenschappers ontdekten al gauw dat als het ijzervijlsel eenmaal samengeklonterd was, ze dat ook bleven en dat beperkte de bruikbaarheid van de coherer aanzienlijk. Wat is het nut van iets dat wel aan gaat, maar nooit meer uit wil? Om dit probleem te omzeilen gebruikte Sir Oliver een "klopper" schakeling om het ijzervijlsel weer los te kloppen zodat de weerstand weer hoog werd. Sir Oliver noemde zijn uitvinding heel toepasselijk een 'de-coherer' en in de basis was het gewoon een zoemer die mechanisch met de coherer verbonden was om het ijzervijlsel weer los te kloppen zodat deze niet aan elkaar gekleefd bleven.

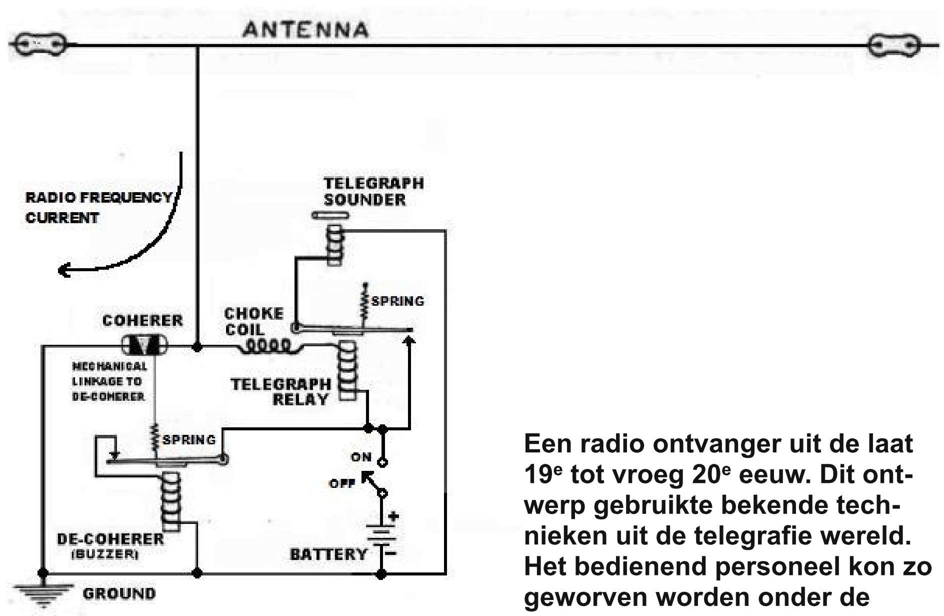
Het probleem met een zoemer is dat die zijn eigen radio spectrum opwekt en moest als zodanig afgeschermd worden van de antenne en de coherer, wat gewoonlijk gerealiseerd werd door deze in een metalen buis te plaatsen. Dit was de eerst bekende toepassing van het "HF afscherming" principe, wat later in het ontwerpen van radio's heel belangrijk zou worden.

Tot op de dag van vandaag is niet precies bekend waarom ijzervijlsel aan elkaar kleeft als er een HF-stroom in de buurt is, maar het feit blijft dat als wat ijzervijlsel tussen twee elektroden gestrooid wordt en er is geen HF stroom aanwezig, de weerstand tussen de elektroden vrij hoog is. Is er een HF stroom aanwezig, dan smelten de scherpe kantjes van het ijzervijlsel microscopisch gezien aan elkaar en gaat de weerstand enorm omlaag.



Boven: De coherer: twee elektroden in een glazen buisje met ijzervijlsel ertussen.

In het schema onder aan de bladzijde zie je een langdraad antenne. Radiogolven zullen een spanning op de draad induceren. Men ontdekte al gauw dat de lengte van de antenne belangrijk was en dat die afhing van de frequentie waar de vonkzender (een Tesla Coil met een antenne) op afgestemd was. Zoals je ziet is er geen andere afstemming dan de natuurlijke lengte van de antenne, maar in die eerste dagen van de radio waren er zo weinig stations dat dat ook niet nodig was. Dat maakte de ontvangers natuurlijk onderhevig aan allerlei stoorbronnen, variërend van bliksemontladingen, vonken van trams tot zelfs vonken van de buzzer en relais in de radio zelf. Het duurde dan ook niet lang tot afgestemde kringen met een condensator en spoel in de antenneleiding begonnen te verschijnen, wat de selectiviteit van de ontvanger natuurlijk sterk verbeterde.



Een radio ontvanger uit de laat 19e tot vroeg 20e eeuw. Dit ontwerp gebruikte bekende technieken uit de telegrafie wereld. Het bedienend personeel kon zo geworven worden onder de bestaande groep telegrafisten.

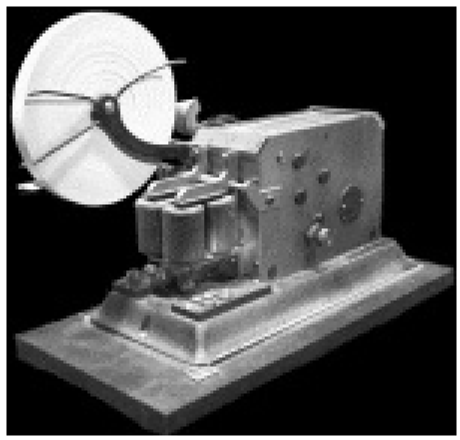
Onder de antenne zie je de coherer die in een vacuum glazen buisje zit. Eén kant van de coherer is verbonden met de massa en de andere kant is verbonden met een heel gevoelig telegraaf relais. De schakeling bestaat uit een smoorspoel (de choke, om de antenne te isoleren van de relaisspoelen en om storing van de relais weer uit het coherer circuit te houden), een telegraaf relais, een batterij en de coherer zelf. Bij afwezigheid van signaal is de stroom door de coherer zo klein dat het relais niet aantrekt, maar wanneer een HF signaal ontvangen wordt, gaat de coherer geleiden, de stroom neemt toe en het relais komt op. Zodra het relais opkomt, wordt ook de veel zwaardere en luidere telegrafie sounder geactiveerd en dat produceert een hoorbare "KLIK". De sounder blijft op tot het relais afvalt en als dat gebeurt, produceert de sounder een luide "KLAK" bij het afvallen.

Er is echter wel een groot probleem als het relais opkomt. Zoals al eerder opgemerkt, zal het relais normaal gesproken nooit afvallen zodra het ijzervijlsel in de coherer aan elkaar plakt, waardoor de stroom voor altijd blijft lopen tot iets aan de coherer rammelt waardoor het ijzervijlsel weer los komt. Om het probleem van de aan elkaar klevende ijzerdeeltjes te omzeilen en de stroom te onderbretken zodra de antenne geen signaal meer oppikt, werd een eenvoudig zoemer schakelingetje mechanisch met de coherer verbonden om het ijzervijlsel door elkaar te rammelen waardoor de coherer naar zijn niet-geleidende staat terugging. Was het radiosignaal nog aanwezig, dan bleven de ijzerdeeltjes aan elkaar geplakt tijdens het schudden en bleef het relais op.

Ontvangst in de praktijk

Bij een Morse Code teken, laten we zeggen de letter 'C', is het geluidspatroon "klik----klak" (een streep), "klik-klak" (een punt), "klik----klak" (streep), klik-klak (punt) - en dan hebben we de letter C. In andere woorden: het relais houdt de sounder gedurende een relatief lange tijd aangetrokken, laat 'm los, gevolgd door een relatief korte klik-klak, gevolgd door weer een relatief lange klik---klak en eindigt met weer een relatief korte klik-klak. Hoe moeilijk het ook te beschrijven is, dit is een heel bekend patroon dat alle telegrafisten onmiddellijk herkennen als de letter C.

Om dit patroon van kliks en klaks zo natuurgetrouw mogelijk te reproduceren, moet de de-coherer de stroom van de coherer voor zelfs de kortste klik-klak periode onderbreken omdat de telegrafist anders niet in staat is om de korte perioden te onderscheiden van de lange perioden. Voorbeeld: laten we zeggen dat de de-coherer de coherer elke 10ms door elkaar schudt. Als de klik-klak tijd voor een punt overeenkomt met 50 milliseconden, wordt het relais maximaal 60ms aangetrokken gehouden (50 + de tijd waarop weer geschud wordt, wat maximaal 10ms is). Als de klik-klak tijd van een streep 100 milliseconden is (wat een onregelmatig seinschrift zou betekenen, want een streep moet 3x zo lang zijn als een punt, maar dit terzijde), dan wordt het relais maximaal 110 milliseconden aangetrokken gehouden. Het verschil tussen strepen en punten, ook al varieert de lengte daarvan een beetje van de ideale lengte, is door een ervaren telegrafist makkelijk te onderscheiden.



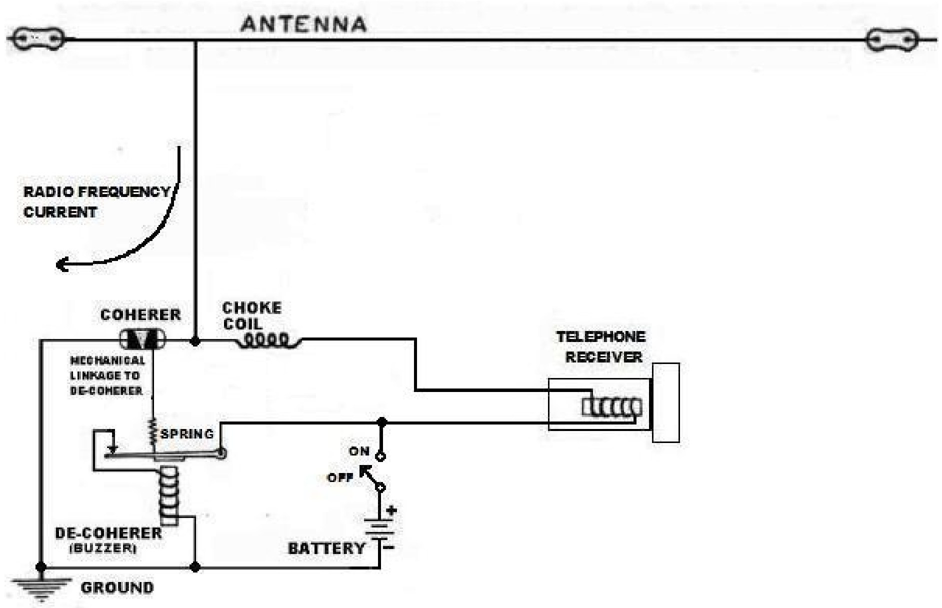
Een Telegrafie-schrijver voor het vastleggen van berichten

Omdat de eerste radio ontvangers standaard telegrafie-technieken gebruikten, kon ook een in die tijd gebruikelijke Telegrafie-schrijver gebruikt worden in plaats van de sounder. Dat aptparaat schreef de morsetekens als een reeks lange en korte strepen op een stuk papier, waardoor het bericht bewaard en/of later gelezen kon worden. Voor sommigen is het dan ook beter te decoderen als het van papier gelezen kan worden dan door te luisteren naar de tikken-

de geluiden. Toch was het op het gehoor opnemen de meest gebruikte methode, maar er zat verbetering aan te komen.

Na een jaar of twee werd een telefoon luisterdeel van Bell gebruikt in plaats van het telegraaf relais en men ontdekte dat het menselijk gehoor de morse code op die manier nog veel makkelijker kon opnemen en dat een relais helemaal niet nodig was. Vanaf dat moment werden alleen nog koptelefoons gebruikt in plaats van relais en sounders. Ik ben er vrij zeker van dat de koptelefoon de buzzerfrequentie van de de-coherer heeft weergegeven zodra HF aanwezig was. Als dat zo is, hoorde de telegrafist de strepen en punten als een serie korte en lange zoemtonen. En die zijn een stuk makkelijker te nemen dan de klik-klak geluiden. En het menselijk oor heeft de eigenschap om makkelijk patronen te herkennen, zelfs als er een hoop storing aanwezig is.

De coherer was in het begin een belangrijk apparaat omdat het wetenschappers en technici een handvat gaf om de rest van de wereld te overtuigen dat draadloze communicatie mogelijk was en het ze in staat stelde om nog veel meer belangrijke principes van de radio te ontdekken die van belang waren voor de verdere ontwikkeling van de radio. Hoewel de coherer wel werkte en als eerste stap van belang was, is de waarheid dat het in werkelijkheid een beroerde, dove detector was die een gigantisch signaal nodig had van een niet al te ver weg opgestelde zender. Gelukkig waren de toenmalige vonkzenders behoorlijk krachtig, maar dan nog waren de overbrugde afstanden zeer beperkt als gevolg van de doofheid van de coherer.

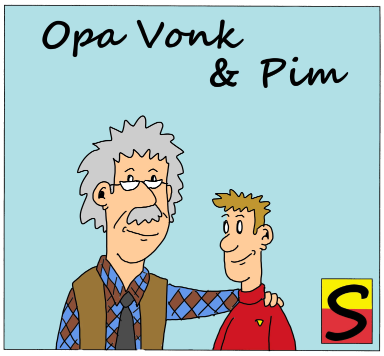


Hier zijn telegraaf relais en sounder vervangen door een ontvanger die ontworpen was voor de nieuwe telefonie industrie. De telefoon ontvanger was veel gevoeliger dan het beste telegraaf relais en kon zelfs de kleinste verandering in de stroom door de coherer detecteren. Ook de geluidskwaliteit werd enorm verbeterd waardoor het prettiger was om naar te luisteren.

Terwijl Marconi en anderen zich bezig hielden met de beperkingen van de coherer, was er op hetzelfde moment een race gaande om betere detectors te vinden en te bouwen, die in staat waren om zwakke signalen van verder weg te ontvangen. Tegen het midden van de twintiger jaren in de vorige eeuw begonnen wetenschappers en technici betere typen detectors te ontwikkelen die niet zo "slechthorend" waren, zodat schepen en kuststations op regelmatige basis met elkaar konden communiceren over afstanden van honderden kilometers.

Hierbij moet wel opgemerkt worden dat een hoop briljante wetenschappers, waaronder het Indiase genie Jagadish Bose, de ontwikkeling van de Coherer tot een ongekend hoog niveau brachten. Maar uiteindelijk leidde al deze inspanningen tot weinig resultaat omdat het feitelijk een doodlopende weg was. Al snel werden door andere wetenschappers detecors ontwikkeld die gebaseerd waren op totaal andere principes en die heel veel beter werkten.

Aan een aantal van deze oplossingen, zoals Marconi's magnetische detector en de diode detectoren, zullen we in een volgende aflevering van de Nostalgiehoek nog wat aandacht besteden.



Pim stond een tijdje te dralen op de drempel van Opa's piephok voor deze hem in de gaten kreeg. "Wat kijk je sip, Pim!", zei Opa. "Je ziet er uit of je voor deze maand al door je beltegoed heen ben!". "Nou, zo erg is het nog niet. Maar ik probeer wat amateurstations te ontvangen, en volgens mij hoor ik de dimmers van de buren beter op mijn radio dan de stations die ik horen wil". "Wat gebruik je voor antenne dan?", informeerde Opa. "Een stukje draad uit het raam. Papa wil geen mast op het dak", zei Pim. "Het hoeft ook niet meteen een mast te zijn. Maar er zijn een paar dingen die je over antennes moet weten. Je hebt niet veel nodig om een goede antenne te maken, maar je antenne moet wel aan wat basisvoorwaarden voldoen. Voor een goede ontvangst is niet alleen een goede antenne, maar vaak ook een goede aardleiding van belang. De stroom die de antenne levert, moet namelijk ergens heen kunnen. Soms lukt dat wel via de netfilters en de aardleiding of de stroomdraden zelf, maar een goede aardleiding doet voor de ontvangst wonderen. Daarnaast moet een antenne helemaal vrij hangen. Dat wil zeggen: zo hoog mogelijk, en het liefst boven de omliggende gebouwen. Want dan kom je boven de stoornevel uit die tussen de huizen hangt, en dat scheelt soms hele S-punten aan storing. Hoe groter de afstand tussen de antenne en het dak, hoe beter. De invoerdraad, dat is de draad die van je antenne naar je ontvanger gaat, moet binnenshuis zo kort mogelijk zijn en mag nooit tegen de muur worden gespijkerd en ook geen scherpe bochten maken. Het beste is om 'm ook binnenshuis op isolatoren vast te maken.
Natuurlijk moet je de antenne isoleren van de plaatsen waar je 'm aan vast maakt, met bijvoorbeeld afspan isolatoren; van die eitjes die je op beurzen nog wel vindt. Lassen in de draad moet je voorkomen. De draad zelf mag blank zijn en moet voldoende sterk zijn met het oog op wind en ijzel.



...voldoende sterk met het oog op wind en ijzel

Silicium-bronsdraad is daar heel geschikt voor. De antenne-invoerdraad moet binnenshuis wel geïsoleerd zijn, zodat men er niet per ongeluk aankomt terwijl en een hoge statische elektriciteit is opgebouwd, wat bij onweer wel voor kan komen. De draad moet verder zover mogelijk van het huis en vooral van de dakgoot verwijderd blijven. De verbinding tussen antenne en invoerdraad moet zeer goed zijn: beide draden eerst over een flink stuk blank maken en dan heel vast in elkaar draaien. Dan goed doorsolderen en dan om de las een stuk isolatieband draaien. Er is dan minder kans dat de las een keer los gaat.
De antennedraad zelf moet óf horizontaal lopen, óf vanaf het invoerpunt schuin omhoog. Het einde van de antenne is namelijk het hoogohmige deel en die is het gevoeligst voor storing. Die wil je dus zo hoog mogelijk, boven de stoornevel hebben. Een lange antenne is over het algemeen gunstiger dan een korte antenne, vooral als je de wat lagere banden wil ontvangen. 10-20 meter is een mooie lengte, maar dat moet je maar net kwijt kunnen. Denk er aan dat je zonder toestemming van je buren geen antenne aan een of ander uitsteeksel op hun dak mag vastmaken. En denk er aan dat je zonder toestemming van de gemeente ook geen draden over gemeentegrond, zoals de straat, mag spannen."
"Maar Opa", zei Pim. "U heeft zelf een draad van Uw piephok naar een boom langs de straat.

Heeft U daar toestemming voor gevraagd?" Opa verschoot van kleur en stamelde: "Eh, nee, niet echt, maar dat draadje zit er al jaren en de gemeentesnoeiers knippen er altijd netjes omheen. Dus ik laat het maar zo. Sommige brandverzekeringsmaatschappijen eisen een bliksembeveiliging als je een antenne aan je huis vastmaakt, maar dat loopt meestal zo'n vaart niet. Maar als je huis eenzaam op de hei staat, is een bliksembeveiliging wel aan te raden. Dat zit jij niet, dus maak je daar maar geen zorgen over. Dus kijken we naar de eisen van een ideale antenne:

- Hij moet lang zijn
- Hij moet goed geïsoleerd zijn
- Hij moet helemaal vrij hangen
- Hij moet zover mogelijk boven alles uit steken
- Hij moet vanaf de invoer omhoog lopen of horizontaal hangen
- De invoer moet zover mogelijk van metalen delen verwijderd blijven
- De invoer moet binnenshuis kort zijn
- De invoer moet op isolatoren vastgemaakt worden
- De invoer mag geen scherpe bochten maken
- Antenne en invoerdraad moeten zeer goed gelast zijn

Jouw grootste probleem is toestemming van je huisbaas", grinnikte Opa. "Maar ik zal wel eens met hem praten. Er is vast wel een plekje in de tuin om een mastje neer te zetten, waar je de antenne naartoe kan spannen." "Dat zou geweldig zijn, Opa!" riep Pim enthousiast. "En als je 'm op deze manier maakt, is het ook een prima zendantenne", ging Opa verder. "Je hebt dan nog wel een tuner nodig om 'm af te stemmen, maar verder kan je daar prima mee zenden ook". "Nou, dankuwel. Ik heb weer een hoop geleerd. Ik ga papa vertellen dat U een antenne op komt hangen", zei Pim, en rende richting de deur onder luide protesten van Opa die hem nariep dat hij dát niet zo gezegd had.

Experimenten met een klasse-E eindtrap

Martien Rijssemus, PA4H

Iedere winter probeer ik een project af te ronden en dit jaar was de keus gevallen op een twee banden CW QRP transceiver. Het werd de 15 en 30 meter want daar had ik nog niks zelf voor gebouwd. De transceiver heeft een middenfrequent van 16MHz en twee local oscillators van 26.1 en 37 MHz. En dat geeft dus 10.1MHz en 21MHz. Voordeel van bovenmenging is dat er veel minder vervelende mengproducten ontstaan en bovendien is het makkelijker om voldoende afstembereik te halen indien de oscillatoren als VXO worden gebouwd. En dat wilde ik graag om eenvoudig voldoende frequentiestabiliteit te halen. Twee vliegen in een klap dus.

Ik had mij tot doel gesteld om de eindtrap (5 Watt was de doelstelling) nu eens niet op de min of meer traditionele manier op te bouwen (namelijk met een IRF510 of een RD16HHF1) maar met een klasse E versterker. Voordelen van een klasse E versterker zijn uiteraard de hoge efficiency en relatief simpele opbouw, terwijl ook de stuurtrap weinig vermogen vraagt. Belangrijk voor portabel werk op een kleine accu. Ook zijn de eindtorren heel goedkoop, dus een kleine misser wordt niet direct financieel afgestraft. Een groot voordeel in deze barre tijden. Overigens geldt dat laatste argument ook voor een IRF510. Nadeel is dat de eindtrap per definitie niet lineair is en dus niet geschikt voor SSB, wel prima voor CW dus.

Over mijn reilen en zeilen met deze eindtrap wil ik hier wat vertellen.

Over klasse E eindtrappen is op internet veel te vinden en ik raad iedereen die hiermee wil experimenteren aan om de presentatie van Dan N7VE te bekijken **[1]**. Voor diegenen die zich graag wat meer wiskundig uitleven kan ik dit artikel aanbevelen, zie **[2]**. Uiteindelijk heb ik zelf gebruik gemaakt van deze simpele en uiterst bruikbare Excel sheet, zie **[3]**.

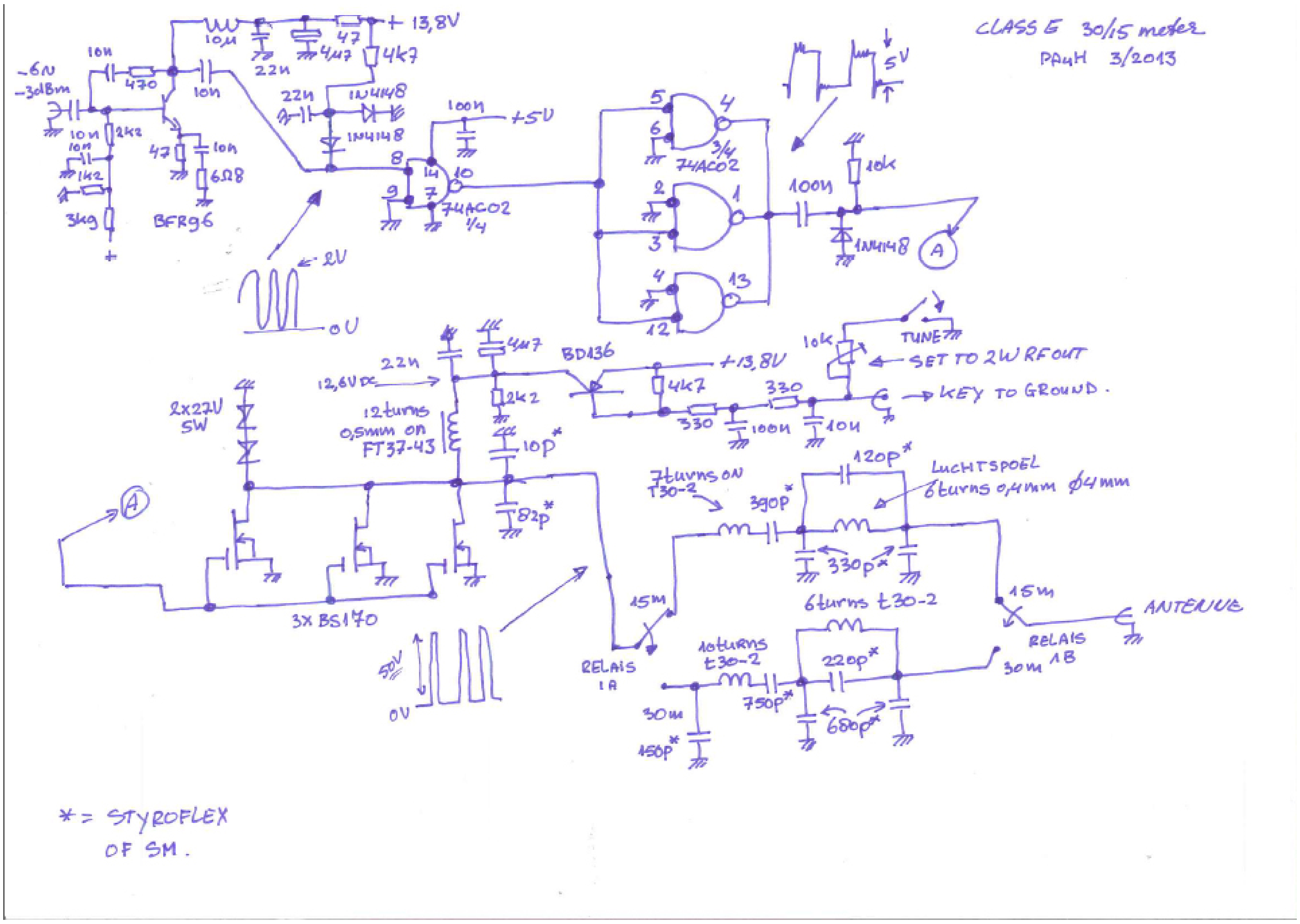
Als we nu het schema bekijken dat zien we dat het ingangssignaal (tussen de -6dBm en -3dBm uit mijn mengtrap met BITX20-achtige versterker en bandfilter) wordt versterkt met een breed-band trapje. Ik gebruikte de BFR96 (gewoon omdat ik daar op mijn QRL nog een doosje van had) maar een andere HF transistor zal het ook prima doen. De twee diodes 1n4148 werken als een DC clamp en zorgen ervoor dat de RF spanning wordt "opgetild" en niet onder de nul Volt zal zakken. Ik hield tussen de 0 en +2Volt over en dat was voldoende om de poort van de 74AC02 open te sturen. Heb je wat meer ver-sterking nodig vergroot dan de 470 Ohm tegen-koppelweerstand naar 560 Ohm.
Ik kan het gebruik van de 74AC02 als stuurtrap sterk aanbevelen. Deze quad 2-input NOR gate kan tot 24mA per poort sourcen (of sinken). En hoe meer stroom, hoe harder de BS170's wor-den geschakeld, vandaar dat er 3 parallel staan, en dat heeft weer een positieve invloed op de efficiency. Bovendien is het IC snel genoeg.
Tijdens de eerste experimenten had ik de 74AC02 direct DC gekoppeld met de drie BS170's maar dat is geen aanrader. Bij de eer-ste misser gingen de FET's kapot en verscheen er 13V voedingsspanning op de gates en dus op de 74AC02. Die vond 13 Volt niet fijn en gaf ook direct de geest. Dus maar een 100nF condensa-tor toegevoegd samen met een diode (als DC clamp) en een weerstandje. Nu bleef de 74AC02 wel heel. De FET's helaas nog niet.
De eindtrap zelf bestaat uit drie BS170's die kei-hard aan/uit worden geschakeld. De BS170 kan maximaal 60V aan en bij vol uitgangsvermogen staan er pieken van meer dan 50 Volt. De twee zeners beschermen de FET's dus en dat is wel nodig ook.
Bij een kleine misaanpassing staat er als snel veel te veel spanning op de FET's of er loopt direct veel te veel stroom. Het is dan ook zaak om de boel goed te beschermen tijdens tunen van de antenne. De presentatie van Dan N7VE geeft daarvoor oplossingen door detectie van spanning en stroom maar dan wordt het alle-maal weer behoorlijk complex en verdwijnt (voor mij althans) de charme van de eenvoud.
Na wat mislukte experimenten (da's dan weer het voordeel van low cost eindFETjes) kwam ik tot de volgende conclusies:

- Het CW sleutelen deed ik eerst ergens aan het begin van de transceiver maar dan gingen de FET's af en toe onverklaarbaar defect. Sinds ik sleutel in de voedingsspanning van de BS170's blijft alles heel. Gedeeltelijk zal dat komen door de kleine reductie in de voedings-spanning als gevolg van de gebruikte BD136. Dat kan echter niet de enige reden zijn aange-zien ik met lager ingestelde voedingsspanning ook wel eens een rookpluimpje zag. Ik kan het dus niet helemaal verklaren maar wel aantonen.
- Zoals gezegd is een klasse E trap enigszins gevoelig voor misaanpassing. Om grote missers te voorkomen heb ik daarom een "tune" druk-knop toegevoegd. Deze schakelaar reduceert de voedingsspanning van de FET's zover dat er nog maar twee Watt uit de eindtrap komt. Ook bij de grootste misaanpassing blijft de boel nu heel. Ik werk ondertussen drie maanden met de transceiver en alles is heel gebleven, ook met vol vermogen en ondanks dat er wel eens een foutje met tunen of antenne omschakelen is ge-maakt.
- Als nadeel van klasse E wordt vaak gemeld dat er veel en kritisch aan de filters getuned moet worden om het gewenste vermogen te bereiken. Dat heb ik niet kunnen constateren. Integendeel: de uit de Excel sheet berekende filters waren direct goed en het berekende uitgangsvermogen werd zonder tuning gehaald. Een beetje trekken en duwen aan de spoeltjes geeft ook niet direct een lager of hoger vermo-gen. Het valt dus wel mee met die gevoeligheid.
- De smoorspoel tussen de drains en voedings-spanning is wel belangrijk. Ik gebruikte eerst een forse ferrietstaaf met een aantal windingen 1mm draad, totaal ongeveer 9 uH, maar die werd be-hoorlijk warm. De nu gebruikte FT37-43 is veel kleiner en wordt nauwelijks warm.
- De spoelen in de filters wikkelde ik op kleine T30-2 kernen, behalve een spoel in het 15 meter filter. Die heeft een dermate lage inductie dat daarvoor een luchtspoeltje werd gekozen.
- Uiteraard blijft het HF, zorg voor korte aardver-bindingen en met name voor korte verbindingen tussen spoelen en condensatoren van de filters

en tussen filters en FET's . Ik bouwde de transceiver middels de "dead bug" methode. Volgens mij de beste RF methode en voor een experimenteel ontwerp ook verreweg het handigste. Het uiteindelijke resultaat voldoet aan mijn verwachtingen. De boel blijft heel, is stabiel en vertoont geen neiging tot oscilleren. Het uitgangsvermogen is ruim 6 Watt, zowel op 30 als op 15 meter, en het rendement ligt boven de 80%. En dat is een mooi resultaat.



Foto van het prototype. Links de voorversterker met BFR96, dan de 74AC02 stuurtrap. De drie BS170's zijn nog net zichtbaar, op de kop, met de source aan een rechtopstaand blik gesoldeerd. Direct aan massa dus met de 10pF en 82pF styroflex condensator er direct bovenop. Het uitgangsfilter rechtsonder (met de tweemaal T30-2) is voor de 30 meter, het filter rechtsboven voor de 15 meter. Deze twee filters worden middels een relais (gemonteerd aan de onderzijde van de print) omgeschakeld. De BD139 DC sturing van de eindtrap is elders gemonteerd. Voor mechanische stevigheid plak ik sommige componenten met hot glue vast, gewoon een stukje afsnijden en met de soldeerbout laten smelten. Ik heb gemerkt dat deze lijm zonder nadelige effecten tot boven 1GHz gebruikt kan worden.



Schema van de 30 & 15m klasse-E eindtrap

[1] http://www.norcalqrp.org/files/class_e_amplifiers.pdf
[2] http://doc.utwente.nl/59560/1/Acar06design.pdf
[3] http://www.wa0itp.com/classeampdesignrevb.xls

PI4RAZ Liechtenstein Expeditie 2013



Noteer in de agenda!

Tussen 13 en 20 april zijn we QRV vanuit Liechtenstein!

Let op onze website en Facebook pagina voor verslagen en werkfrequenties!